

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-260213

⑬ Int.Cl.⁴

H 03 H 9/145
9/25

識別記号

庁内整理番号

8425-5J
Z-8425-5J
C-8425-5J

⑭ 公開 昭和63年(1988)10月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁) + 2

⑮ 発明の名称 高結合ラブ波型 SAW 基板を用いた共振子

⑯ 特 願 昭61-215534

⑰ 出 願 昭61(1986)9月12日

特許法第30条第1項適用 昭和61年3月13日 日本学術振興会主催の「弾性波素子技術第150委員会第5回研究会」において発表

⑱ 発 明 者	清 水	洋	宮城県仙台市荒巻字青葉(番地なし)	東北大学工学部通信工学科内
⑲ 発 明 者	鈴 木	勇 次	宮城県仙台市荒巻字青葉(番地なし)	東北大学工学部通信工学科内
⑳ 発 明 者	田 口	豊	宮城県仙台市荒巻字青葉(番地なし)	東北大学工学部通信工学科内
㉑ 出 願 人	清 水	洋	宮城県仙台市八木山本町1丁目22番12号	

明 細 書

1. 発明の名称

高結合ラブ波型 SAW 基板を用いた共振子

2. 特許請求の範囲

- (1) 基板に励起するラブ波についての電気機械結合係数が大であって同時に励起する弾性表面波(SAW)についてのそれが小である如き回転角を選択した回転YカットLiNbO₃基板表面に比較的少数のAu, Ag又はPt等の重金属インタディジタルトランスジューサ(IDT)電極を付し基板X方向にラブ波型表面波を励起伝搬せしめるようにしたことを特徴とする高結合ラブ波型 SAW 基板を用いた共振子。
- (2) 前記回転角が-10°乃至+40°であること
- (3) 前記 IDT 電極を付したLiNbO₃基板表面に所要の厚さのSiO₂を塗布することによつて周波数-温度特性を改善すると共に前記 I

DT 電極膜厚を減少したことを特徴とする特許請求の範囲(1)又は(2)記載の高結合ラブ波型 SAW 基板を用いた共振子。

- (4) 前記 IDT 電極間及びその両端に音響的空胴を構成するグレーティングを配置することによって振動エネルギーの IDT 外への放射を減少せしめたことを特徴とする特許請求の範囲(1), (2)又は(3)記載の高結合ラブ波型 SAW 基板を用いた共振子。
- (5) 前記 IDT 電極の交叉幅をその中央部で大に、両端部で小となる如く連続的な重み付けを施したことを特徴とする特許請求の範囲(1), (2)又は(3)記載の高結合ラブ波型 SAW 基板を用いた共振子。

3. 発明の詳細な説明
(産業上の利用分野)

本発明はラブ波型 SAW 共振子、殊にラブ波についての電気機械結合係数大なるカット角を用いたLiNbO₃基板に金等の重い材料による IDT 電極を付着し SAW を励起する共振子に関

する。

(従来技術)

従来から実用されている SAW 共振子は一般に圧電基板上にかなりの対数の IDT 電極を付し SAW を励起すると共に励起した SAW エネルギーを極力前記 IDT 電極内に閉込める為 IDT 電極両側に多数のグレーティング状反射器を付するものであって SAW 伝搬方向のサイズが大きいのみならず、上述の如く Q を高める為の構成は必然的に容量比を大きくするものであるから共振子の周波数帯域は極めて狭いものとなり発振器用の振動子としては極めて好都合なるもフィルタや VCO 等を構成するには適さないものであった。

一方、温度特性の良好な水晶を用い IDT の対数を減少すると共に反射器も撤去すれば水晶の電気機械結合係数は元来極めて小さいものであるから共振現象が出現しないという問題があった。

子は LiNbO_3 回転 Y 板、ST カット水晶等の表面に励起するレーリ (Rayleigh) 波型の波動 (縦波の SV 波) を利用するものであるがこの型の波動についての電気機械結合係数 K^2 は高々数%と小さいものである為共振子の容量比は 50 乃至 1,000 と極めて大きいものであった。

一方、上述した如き圧電基板表面にはレーリ波の他に SH 波 (圧電表面すべり波) である擬似弾性表面波の存在することが知られており、この波動についての電気機械結合係数は第 2 図に示す如く LiNbO_3 回転 Y 板に於いては 20% を越えるものである。

但し、この擬似弾性表面波は基板中にバルク波を放射しつつ伝搬するリーキ (Leaky) 波でありそのままでは伝搬減衰も大きい。

この問題に対処する為本願発明者等は LiNbO_3 基板表面に音速の低い重い物質を付着すれば前記擬似弾性波は伝搬減衰のないラブ (Love) 波型表面波となることを既に確認している。

本発明は上述した如き本願発明者等が従来行

(発明の目的)

本発明は上述した如き従来一般の SAW 共振子が有する特性上の問題点に鑑みてなされたものであって、フィルタや VCO を構成するに適した容量比の極めて小さいしかも小型のラブ波型 SAW 共振子を提供することを目的とする。

(発明の概要)

上述の目的を達成する為、本発明に係るラブ波型 SAW 共振子は基本的にはラブ波についての電気機械結合係数が大で SAW についてのそれが小さい回転角の LiNbO_3 回転 Y 板を用いその主面に金の如く重い材料にて比較的小数対の IDT を付するものである。

(実施例)

以下、本発明を図面に示した理論計算及び実験の結果に基づいて詳細に説明する。

実施例等の説明に先立って本発明の理解を助ける為圧電基板表面或は表面直下を伝搬する波動の性質について少しく説明する。

前述した如く従来の弾性表面波 (SAW) 共振

ってきた研究に基づく知見を更に発展させ、基本的には LiNbO_3 回転 Y 板に直接重い金属に充分厚い IDT を付しても擬似弾性表面波がラブ波型表面^波に変化するであろうしこの場合の結合係数の大なることから IDT 電極対数は極めて少数、且つ反射器を除去しても共振させることが可能であろうとの着想に基づくものである。

そこで先ず第 2 図から擬似弾性表面波 (Leaky 波) についての電気機械結合係数 K^2 が最大となる回転角を見ると殆んど零であるから単純に LiNbO_3 Y 板を用いることとし第 1 図に示す如く反射器を有しない Au による IDT 電極を付着する。

この際 IDT の対数を $N=15, 20$ 及び 25 の 3 種類、電極膜厚 H を既ね $0.8, 1.6$ 及 $2, 2.2 \mu\text{m}$ の 3 種類、IDT 電極指交叉幅 A を $0.6 \mu\text{m}$ と $1.8 \mu\text{m}$ との 2 種類として実験を行った。

その結果第 3 図 (a) 及び (b) から明らかな如く電極指対数 N が 15 の場合であっても共振が現われ共振の Q は電極膜厚 H が大なる程高くなる

ことが理解されよう。尚、同図(b)に於いては反共振付近で共振割れが生じているが、このリップルは IDT の両横から IDT 内部に向けて吸音材を塗布すると消えること及び交叉幅 A を小さくすると応答の数が減少することから横モードの振動によるものと考えられる故 IDT の交叉幅 A に重み付けを施しても消滅させることが可能であろう。

次にこのような共振器の容量比 r の電極膜厚 H との関係を検討するに第 4 図に示す如く電極膜厚 H が大なる程小さくなりその値は 3 程度と極めて小さいことが理解されよう。

更に共振子の Q と電極膜厚 H との関係は第 5 図に示す如く膜厚 H の上昇と共に Q も上昇することが判る。

最後に極めて膜厚の大なる電極を付した本発明の共振子に於いてはその共振周波数は IDT 電極ピッチのみで一義的に決定されるものではあり得ないので共振周波数の電極膜厚依存性を調べてみたところ第 6 図に示す如き結果を得た。

有する為これがスプリアスとして出現する可能性がある。従ってラブ波についての電気機械結合係数は幾分小なるも SAW についてのそれが一層小さい回転角を有する LiNbO_3 回転 Y 板を使用してもよいことは自明である。この際の回転角は概ね -10° 乃至 40° の範囲であろう。

ところで上述した如き本発明に係る高結合ラブ波型 SAW 基板を用いた共振子はその容量比が小さいものである故共振周波数の可変範囲を大ならしめることが可能でありフィルタ或は電圧制御発振器 (VCO) 用の振動子に好適である。しかしながら LiNbO_3 は元来人工水晶に比して周波数-温度特性が良好でないで温度補償がめんどりになることが予想される。

この問題を解決する為には周波数-温度特性が LiNbO_3 とは逆の SiO_2 を前記第 1 図或は第 7 図に示した如き共振子の表面に所定の厚さだけ塗布すれば (第 8 図参照) よく、斯くすればフィルタの周波数-温度特性は大幅に改善され VCO もその温度補償回路の複雑化を避けるこ

本図から明らかな如く共振周波数は電極膜厚 H の増大と共に膜厚 $1\mu\text{m}$ 当り 16% 程度低下することが判る。従って現実の共振子を製造する場合にはこの現象を計算に入れて IDT 電極の設計を行う必要がある。

ところで前記第 3 図の実験結果からも明らかな如く、共振の Q があまり大でないのみならず反共振の Q も極めて小さい。この理由は IDT 両端付近の電極指が IDT の外部へ表面波を放射することによるものと思われるので IDT 電極にその中央部では交叉幅 A を大に、両端部に向って小となるよう重み付けを付するか或は第 7 図に示す如く音響的空胴を構成するグレーティング内に IDT を分散配置し、中央付近の IDT 対数を大に、両端近傍で小とすればよい。

以上、ラブ波 (Leaky) についての電気機械結合係数の最大値を示す LiNbO_3 Y 板を用いる場合についてのみ説明したが、前記第 2 図からも明らかな如く LiNbO_3 Y 板は SAW (Rayleigh 波) についても相当大きな電気機械結合係数を

とが可能となろう。

尚、本発明に係る共振子の IDT 電極は Au の如き重い金属をかなりの厚さに付着することになるのでその製造にはリフトオフ法の如きエッチング手法を用いるのが効果的であろう。

(発明の効果)

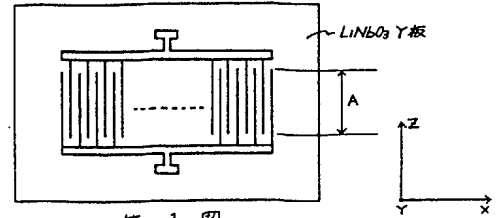
本発明に係る共振子は以上説明した如く構成するものであるから従来の SAW 共振子等にして小型となるのみならずその容量比を極めて小さくすることが可能となるのでフィルタ或は VCO 用の共振子に対する小型化、広帯域化への厳しい要求を満足する上で著しい効果を発揮する。

4. 図面の簡単な説明

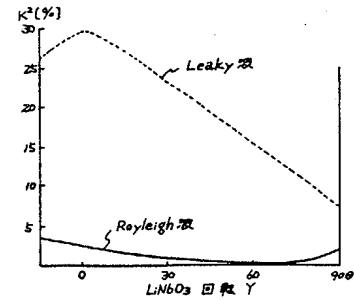
第 1 図は本発明に係る共振子の基本的構成を示す平面図、第 2 図は LiNbO_3 回転 Y 板に励起するラブ波 (Leaky 波) と SAW (Rayleigh 波) についての電気機械結合係数の回転角依存性を示す図、第 3 図(a)及び(b)は夫々本発明に係る電極膜厚の異なる試作共振子の共振特性を示す実

験結果の図，第4図乃至第6図は夫々は本発明に係る共振子のパラメータ（IDT対数及び交叉幅）を振った場合に於ける容量比 r ，共振の Q 及び共振周波数 f_r のIDT電極膜厚依存性を示す実験結果の図，第7図及び第8図は夫々本発明の他の実施例を示す平面図及び断面図である。

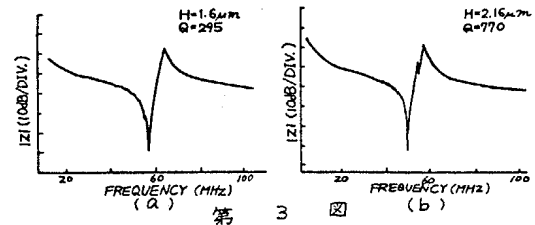
特許出願人 清水 洋



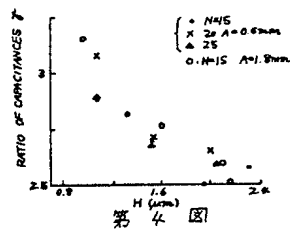
第1図



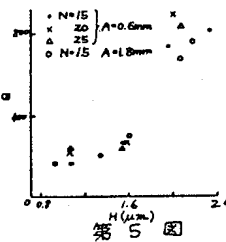
第2図



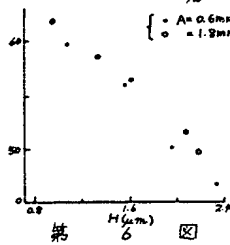
第3図



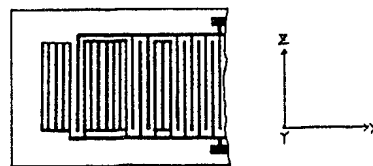
第4図



第5図



第6図



第7図



第8図

特許法第17条の2の規定による補正の掲載

手続補正書

63-260213

平成2年6月18日

昭和61年特許願第215534号(特開昭63-260213号, 昭和63年10月27日発行 公開特許公報63-2603号掲載)については特許法第17条の2の規定による補正があったので下記のとおり掲載する。 7(3)

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和61年 特許願 第215534号

2. 発明の名称 高結合ラブ波型SAW基板を用いた共振子

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所

郵便番号 182 電話 0424-89-8441

東京都調布市小島町1丁目1番1号 RC-510

氏 名 清水 洋

4. 補正命令の日付 自 発

5. 補正により増加する発明の数 なし

6. 補正の対象 明細書の特許請求の範囲の欄、発明の詳細な説明の欄、図面の簡単な説明の欄及び図面の第2図。

7. 補正の内容 別紙の通り

Int. Cl. 5	識別記号	庁内整理番号
H03H 9/145 9/25		7125-5J Z-7125-5J C-7125-5J

補正内容

1. 明細書の「特許請求の範囲」の欄を以下のように補正する。

(1) 基板に励起するラブ波についての電気機械結合係数が大であって同時に励起する弾性表面波(SAW)についてのそれが小である如き回転角を選択した回転YカットLiNbO₃基板表面に比較的少数のAu、Ag又はPt等の重金属インクデジタルトランスジューサ(IDT)電極を付し基板X方向にラブ波型表面波を励起伝搬せしめるようにしたことを特徴とする高結合ラブ波型SAW基板を用いた共振子。

(2) 前記回転角が-10°乃至+40°であることを特徴とする特許請求の範囲(1)記載の高結合ラブ波型SAW基板を用いた共振子。

(3) 前記IDT電極を付したLiNbO₃基板表面に所要の厚さのSiO₂を付着することによって周波数-温度特性を改善すると共に前記IDT電極膜厚を減少したことを特徴とする特許請求の範囲(1)又は(2)記載の高結合ラブ波型S

AW基板を用いた共振子。

(4) 前記IDT電極間及びその両端に音響的空胴を構成するグレーティングを配置することによって振動エネルギーのIDT外への放射を減少せしめたことを特徴とする特許請求の範囲(1)、(2)又は(3)記載の高結合ラブ波型SAW基板を用いた共振子。

(5) 前記IDT電極の交叉幅をその中央部で大に、両端部で小となる如く連続的な重み付けを施したことを特徴とする特許請求の範囲(1)、(2)又は(3)記載の高結合ラブ波型SAW基板を用いた共振子。

2. 明細書の「発明の詳細な説明」の欄を以下のように補正する。

① 明細書第5頁第2行目に「…の波動(縦波のSV波)を…」とあるのを「…の波動(縦波とSV波の合成波)を…」と補正する。

② 明細書第7頁第16行目に「最後に極めて膜厚の大なる…」とあるのを「最後に膜厚の大なる…」

と補正する。

③ 明細書第8頁第16行目に「…ラブ波 (Leaky) についての…」とあるのを「…ラブ波 (Leaky 波を含む) についての…」と補正する。

④ 明細書第8頁第19行目に「…明らかな如く LiNbO_3 Y板は SAW (Rayleigh 波) についても相当大きな電気機械結合係数を…」とあるのを「…明かな如く LiNbO_3 回転 Y板の回転角を 15° 乃至 45° の範囲に設定してもリキ波についての電気機械結合係数は 20% 以上の値となる為広帯域な共振子が得られることは自明である。尚、この範囲の回転角の LiNbO_3 回転 Y板は SAW (Rayleigh 波) についてもある程度の大きさの電気機械結合係数を…」と補正する。

⑤ 明細書第9頁第3行目に「…それが一層小さい回転角を有する LiNbO_3 回転 Y板を…」とあるのを「…それが一層小さくなるような回転角の LiNbO_3 回転 Y板を…」と補正する。

⑥ 明細書第9頁第5行目に「…自明である。この

際の回転角は概ね…」とあるのを「…自明である。

これらの点を考慮すれば基板の回転角は概ね…」と補正する。

3. 明細書の「図面の簡単な説明」の欄を以下のよう補正する。

① 明細書第10頁第17行目に「…ラブ波 (Leaky 波) と SAW…」とあるのを「…ラブ波 (Leaky 波を含む) と SAW…」と補正する。

4. 図面第2図を添付別紙の通り補正する。

